ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ



В ПОМОЩЬ ЗАНИМАЮЩИМСЯ В СИСТЕМЕ ПАРТИЙНОЙ УЧЕБЫ

АКАДЕМИК
В. М. ГЛУШКОВ

МЫШЛЕНИЕ И КИБЕРНЕТИКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ» МОСКВА · 1966

БИБЛИОТЕЧКА «ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ»

Академик В. М. ГЛУШКОВ

Мышление и кибернетика

5

Издательство
«Знание»
Москва
1966

ВИКТОР МИХАЙЛОВИЧ ГЛУШКОВ

Редактор **Р. Д. Сганковская**
Худ. редактор **Е. Е. Соколов**
Техн. редактор **М. Т. Перегудова**
Корректор **Е. А. Ольховская**

Сдано в набор 18.XII 1965 г. Подписано к печати 7.I 1966 г. Изд. № 19.
Формат бум. 60×90[1]/16. Бум. л. 1,0. Печ. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,94.
А 00519. Цена 6 коп. Тираж 53 200 экз. Заказ 4486.

Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4

Типография изд-ва «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

Изучение закономерностей процесса мышления — одна из наиболее важных и увлекательных задач кибернетики. Разумеется, изучением высшей нервной деятельности, составляющей основу мышления, занимается не одна лишь кибернетика. Такие науки, как логика, психология, физиология, отнюдь не утратили своего значения в связи с появлением кибернетики. Отличительной же особенностью кибернетики в изучении высшей нервной деятельности является подход к этой проблеме со стороны **моделирования и автоматизации** мыслительных процессов. Моделирование представляет собой познавательный аспект проблемы, а автоматизация прикладной.

С задачей автоматизации мыслительных процессов человек встречается по существу всякий раз, когда он автоматизирует тот или иной процесс управления. Уже простейший автоматический регулятор Уатта избавил оператора не только от физических усилий, направленных на перемещение рычагов управления, но и от усилий умственных, связанных с управлением этим процессом. Правда, *алгоритм управления,* т. е. совокупность правил, по которому это управление совершается, в случае регулятора Уатта чрезвычайно прост; с качественной точки зрения он сводится всего к двум правилам: если обороты упали ниже нормы, прибавить поступление пара, если поднялись выше,— убавить. Выполнение такого рода простых правил доступно не только человеку. Этому можно обучить многих животных, выработав у них соответствующие условные рефлексы. Поэтому нет ничего удивительного, что подобный процесс управления был автоматизирован уже на заре автоматики. С тех пор автоматика прошла большой и славный путь. Неизмеримо усложнились объекты управления, на смену механическим компонентам автоматических регуляторов пришли электронные. Однако до определенной поры сами алгоритмы автоматического управления сохраняли относительную простоту. Такой, например, сложный и «умный» автомат, как автопилот, с точки зрения сложности реализуемых в нем алгоритмов недалеко ушел от регулятора Уатта,

Качественный скачок в автоматике произошел около 20 лет назад в связи с появлением электронных вычислительных машин. К немалому удивлению самих конструкторов, проектировавших их лишь для автоматизации вычислений, уже первые ЭВМ оказались способны на большее. Решая на универсальных электронных цифровых машинах сложные задачи физики, механики, техники, обслуживавшие эти машины математики быстро заметили, что в принципе возможно запрограммировать и выполнять на них такие высокоинтеллектуальные процессы, как игра в шахматы, перевод с одного языка на другой и т. п. Последовавший затем быстрый прогресс самых разнообразных применений ЭВМ поставил два важных в философском и практическом отношении вопроса: до каких границ оказывается возможной и необходимой автоматизация мыслительных процессов и каковы социальные последствия такой автоматизации?

Если говорить о современных вычислительных машинах, то на первый взгляд имеется целый ряд ограничений, препятствующих моделированию на них произвольных мыслительных процессов. Первое ограничение, которое обычно выставляется людьми, далекими от электронной вычислительной техники, состоит в том, что машины, мол, оперируют только с числами, а числа это лишь частный вид информации, с которой приходится сталкиваться человеку в его интеллектуальной деятельности. Это, звучащее на первый взгляд убедительно, возражение несостоятельно. В известном смысле числовой способ задания информации оказывается универсальным. Нетрудно понять, что произвольную буквенную информацию можно задать (закодировать) числами. Простейший, хотя и не единственный способ такого кодирования — это запись вместо каждой буквы ее порядкового номера в алфавите. Алфавит при этом может быть как угодно расширен. В него можно включить знаки препинания, пустой символ (знак пробела), любые специальные значки, буквы иностранных алфавитов и т. д.

Представим себе теперь, что мы имеем дело с какой-либо задачей преобразования буквенной информации, например с проблемой перевода с английского языка на русский. Если в исходном английском тексте закодировать все буквы их номерами в латинском алфавите и ввести полученную информацию в вычислительную машину, то машина окажется в привычной для нее числовой стихии. Предположим теперь, что нам удалось составить программу работы машины таким образом, что она сможет преобразовать полученную ею последовательность чисел в новую последовательность чисел, представляющих (в закодированной форме) русский перевод исходного английского текста. Ясно, что д е к о д и р о в а т ь полученный перевод, представив его в привычном для нас буквенном виде, относительно нетрудно. Наиболее трудной частью работы будет

именно перевод закодированного английского текста в закодированный русский текст. А эта часть работы выполняется машиной исключительно над числовой информацией. Впрочем, современные ЭВМ снабжаются обычно автоматическими буквопечатающими устройствами, так что информация может быть выдана ими сразу в требуемом буквенном виде. Задача автоматического кодирования исходной информации также решается сейчас (по крайней мере для машинописных текстов) с помощью специальных приставок к вычислительным машинам — читающих автоматов.

Универсальность числового способа представления информации не нарушается и в том случае, когда от буквенной информации мы переходим к произвольной зрительной информации — чертежам, рисункам и т. п. Действительно, каждый зрительный образ можно разбить на очень малые элементарные участки, подобно тому как это делается в телевидении или фототелеграфии. Пробегая эти участки в строго определенной последовательности и измеряя их яркость в одном или (в случае цветного изображения) в трех основных цветах, мы можем закодировать изображение в виде последовательности чисел. Аналогичным образом можно произвести числовое кодирование звуковой и любой другой информации. В результате машинам оказывается доступной фактически любая, а не только одна лишь числовая информация. Соответствующие приборы для автоматического кодирования и декодирования зрительной, звуковой и других видов информации уже созданы современной техникой. Правда, технические характеристики этих приборов (скорость, точность, надежность и т. п.) еще нуждаются в значительном улучшении, однако с чисто принципиальной точки зрения вопрос можно считать решенным.

Второе ограничение возможностей машин связывают обычно с огромным качественным разнообразием правил преобразования информации в различных областях умственной деятельности человека. В самой примитивной форме это возражение формулируется обычно так: «Нельзя все многообразие человеческого поведения выразить с помощью формул». Однако речь вовсе не идет о том, чтобы, например, автоматизация перевода с одного языка на другой основывалась бы на чудодейственно найденной «формуле перевода». Основа, на которой зиждется применение ЭВМ для автоматизации умственной деятельности, совсем другая. Дело в том, что любые правила преобразования числовой и буквенной информации могут быть разложены на элементарные правила, число типов которых весьма ограничено. При этом природа разлагаемых правил не играет роли: это могут быть не только математические формульные зависимости, но и правила грамматики, правила шахматной игры и т. п. Здесь напрашивается аналогия с тем известным фактом, что все огромное разнообразие веществ,

встречающихся в природе, сводится в конечном счете к комбинациям относительно небольшого числа типов элементарных частиц (электронов, протонов, нейтронов и т. д.). Точно так же различные в качественном отношении печатные труды, от философских трактатов до лирических стихотворений, складываются в конечном счете из одних и тех же элементарных типографских знаков. Существует целый ряд различных систем элементарных правил преобразования буквенной и числовой информации, которые обладают *свойством полноты,* т. е. возможностью составления из них л ю б ы х п р а в и л п р е о б р а з о в а н и я буквенной и числовой информации. Эти элементарные правила выполняют обычно такие действия, как замена цифры или буквы, стоящей на определенном месте в перерабатываемой записи, другой буквой или цифрой, как сравнение знаков (букв или цифр) на каких-либо двух местах и переход к одному из двух следующих правил в зависимости от результатов сравнения и т. п.

Замечательно то, что системы элементарных операций, которыми снабжаются так называемые универсальные электронные цифровые машины, оказываются полными. Более того, такие машины способны выполнить любую комбинацию элементарных правил (программу) и осуществлять преобразование закладываемой в них информации в соответствии с программой. Единственным ограничением здесь является емкость запоминающего устройства машины, не позволяющая ей держать в своей «памяти» очень длинную программу. Однако современные машины, помимо основного, относительно небольшого высокоскоростного запоминающего устройства, снабжаются дополнительной памятью на магнитных дисках и лентах, емкость которых (особенно если иметь в виду возможность смены лент в процессе работы) практически неограниченна.

В результате электронные цифровые машины с полным набором операций способны выполнять любую работу по преобразованию числовой и буквенной информации, коль скоро составлена программа такой работы. В этом коренное принципиальное отличие электронных цифровых машин от любых других средств автоматики, которые никогда не обладали свойством полноты и могли выполнять лишь узкоспециализированные программы. Каждая новая задача управления или преобразования информации требовала, как правило, и нового автоматического устройства для ее решения. Электронные же цифровые машины без всякого изменения конструкции способны выполнять любые преобразования информации — от конструкторских расчетов до сочинения музыки.

Само собой разумеется, что далеко не для всякой работы одинаково легко составить соответствующую программу. Но нам важно сейчас отметить, что с появлением электронных цифровых машин вопрос об автоматизации того или иного ви-

да умственной деятельности сводится лишь к изучению правил, на основании которых эта деятельность происходит, и к разложению этих правил на элементарные машинные операции. Вопрос же о конструировании материального носителя программы, т. е. автомата (что раньше представлялось наиболее сложной частью работы), теперь отпадает, ибо таким автоматом может служить любая универсальная электронная цифровая машина.

Разумеется, не следует думать, что ЭВМ уже достигли совершенства и не нуждаются в дальнейшем улучшении. Напротив, предстоит сделать еще очень и очень много в усовершенствовании машин. Это касается и скорости, и надежности, и стоимости, и объема памяти, и удобства эксплуатации, и многого другого. Тем не менее в чисто принципиальном плане бесспорно: уже сегодняшние ЭВМ являются универсальными преобразователями информации. Это означает в свою очередь, что интересующий нас вопрос о возможности или невозможности выполнения машиной того или иного вида умственной деятельности сводится к вопросу о возможности или невозможности познания правил, на основании которых выполняется соответствующий мыслительный процесс. Весь опыт развития науки, обобщенный материалистической философией, учит, что непознаваемых объектов или явлений в мире нет. Что не познано сегодня, будет рано или поздно познано, каким бы сложным и таинственным ни представлялось нам явление.

Сравнительно еще короткая история кибернетики дает убедительные подтверждения этому общему философскому принципу. Немало разных конкретных «невозможностей» на пути моделирования мыслительных процессов было успешно преодолено кибернетикой. Здесь и «невозможность» моделирования условных рефлексов и «абсолютный запрет», наложенный на автоматизацию творческих процессов. Характерно, что даже крупные ученые поддавались искушению установить очередной барьер на пути моделирования мыслительных процессов. Хорошо известно, например, что А. Эйнштейн, признавая, что машину можно научить решать любые проблемы, считал, что машина никогда не сможет поставить ни одной новой проблемы. Сегодня, однако, уже существуют программы (правда, еще весьма несовершенные), которые не только доказывают новые теоремы, но и формулируют новые теоремы, подлежащие доказательству. Всерьез обсуждается вопрос об усовершенствовании критериев, по которым машина могла бы оценивать степень научной ценности той или иной новой проблемы и формулировать лишь наиболее интересные из них.

Подчеркивая несостоятельность ограничений, накладываемых на возможности процесса познания, нельзя забывать, что само по себе понятие «невозможности» отнюдь не является чем-то антинаучным. Достаточно вспомнить принцип невоз-

можности создания вечного двигателя или различного рода запреты, существующие в теории элементарных частиц. Кибернетика, как и всякая наука, имеет свои собственные «невозможности» и запреты, в том числе и такие, которые установлены строгими математическими методами.

Особый интерес с точки зрения вопроса о границах машинного «мышления» имеют так называемые алгоритмически неразрешимые проблемы. Суть их такова. Различные разделы математики, теоретической физики и других дедуктивных наук строятся на базе той или иной системы базисных положений (аксиом, постулатов, законов). Такие системы всегда конечны, однако число следствий, которые могут быть получены из них дедуктивным, математическим путем, бесконечно. Возникает естественный вопрос: могут ли эти следствия быть выведены из аксиом одним и тем же методом или нет?

В математике хорошо известны примеры подобных универсальных методов доказательства. Возьмем, например, алгебру многочленов (полиномов) с целочисленными коэффициентами. Различные выражения такой алгебры строятся из букв и целых рациональных чисел с помощью операций сложения, вычитания и умножения. Имеется много специальных приемов для установления взаимного равенства или неравенства тех или иных выражений, например выражений $(a+b)(a-b)$ и a^2-b^2. Можно, однако, указать один универсальный прием для установления равенства (или неравенства) любой пары выражений в этой алгебре. Это последовательное раскрытие скобок по известным из школьного курса правилам, приведение подобных членов и почленное сравнение полученных полиномов. Исходные выражения равны (эквивалентны) друг другу, когда полученные из них в результате преобразований полиномы тождественно совпадают.

Аналогичные примеры можно привести и из других областей математики. Хорошо известны разнообразные приемы, употребляющиеся при доказательстве различных теорем. Однако существует и единый универсальный прием доказательства всех теорем элементарной геометрии. Причем этим приемом могут быть доказаны не только все известные сейчас теоремы геометрии, но любая **новая** теорема из бесконечного числа теорем, которые могут быть сформулированы в пределах элементарной геометрии. Теории, для которых существуют универсальные приемы доказательства всех истинных предложений и опровержения всех ложных предложений, называют *разрешимыми теориями.* Для всякой разрешимой теории в принципе можно построить (если отвлечься от чисто технических трудностей) программу для универсальной вычислительной машины; работая по этой программе, машина сможет доказать не только все известные теоремы, но и новые, никем еще не доказанные теоремы.

С точки зрения поставленного вопроса о границах моделирования мыслительных процессов чрезвычайно важен факт наличия *неразрешимых теорий*. Было показано, например, что к числу таких теорий относится теория целых рациональных чисел, включающая в себя различные теоремы о простых числах, об уравнениях в целых числах (типа знаменитого уравнения Ферма $x^n+y^n=z^n$ и т. п. На первый взгляд наличие неразрешимых теорий наносит решительный удар по возможности моделирования сложных мыслительных процессов. Действительно, из факта неразрешимости той или иной теории следует невозможность построения программы для вычислительной машины, которая смогла бы доказать все истинные и опровергнуть все ложные факты рассматриваемой теории. И тем не менее делать отсюда вывод о наличии каких-то границ моделирования умственной деятельности преждевременно. Это было бы действительно так, если бы было доказано, что человек способен на то, на что неспособна машина, т. е. на разрешение хотя бы одной неразрешимой теории. То, что люди успешно доказывали и продолжают доказывать сложные теоремы теории чисел, отнюдь не говорит за то, что человек обладает каким-то универсальным методом доказательства, охватывающим всю теорию (а не некоторую ее часть). Более того, предположение о наличии такой возможности у человека приводит к выводам, которые противоречат современным научным представлениям.

Доказательство неразрешимости той или иной теории устанавливает невозможность разрешения этой теории любыми средствами, опирающимися на конечную исходную информацию (а не только электронными или механическими устройствами). Это означает, что мозг, способный разрешить неразрешимую теорию, должен был бы быть средоточием бесконечной исходной информации. Но подобное предположение плохо согласуется с тем фактом, что мозг, как и всякое материальное тело конечных размеров, состоит из конечного числа элементарных частиц. Тем более, что по современным представлениям информация хранится в мозге в лучшем случае на молекулярном уровне, а не на уровне элементарных частиц. Если же признать, что любой мозг может вмещать в себя лишь конечный объем исходной информации и что вся эта информация доступна познанию, то мы неизбежно приходим к выводу о принципиальной возможности построения программы для универсальной вычислительной машины, которая будет моделировать все его свойства. В частности, такая программа сможет открыть и доказать все то, что доступно моделируемому ею мозгу. Иными словами, никаких границ для моделирования (следовательно, и для автоматизации) умственной деятельности принципиально существовать не должно. Иначе нам бы пришлось признать принципиальную непозна-

ваемость мозга с информационной точки зрения, что противоречило бы всему опыту развития естествознания, обобщенному марксистско-ленинской философией.

Необходимо подчеркнуть, что в сделанном нами выводе речь идет лишь о принципиальной, а не о практической возможности (и тем более практической необходимости) моделирования мозга. Практический аспект этой проблемы мы постараемся осветить ниже, а пока остановимся еще на одном принципиальном моменте, связанном с фактом существования неразрешимых теорий. Мы установили, что ограничения, вытекающие из этого факта, в равной степени присущи не только машинам, но и человеку. Что же представляют собой неразрешимые теории с гносеологической точки зрения? Не являются ли они свидетельством правоты агностицизма, своеобразными «вещами в себе», принципиально недоступными процессу познания?

Нет, такой вывод был бы глубоко ошибочным. Неразрешимость теории означает лишь невозможность охватить одним приемом или любым конечным числом приемов решение всех проблем этой теории. Это не мешает, однако, существовать бесконечному процессу становления все новых и новых методов доказательства, которые, будучи взятыми все вместе (на бесконечном отрезке времени), охватят собой всю рассматриваемую теорию. Правда, процесс развертывания новых методов не может быть в этом случае конструктивным, т. е. формулируемым каким-либо замкнутым детерминированным устройством с конечной начальной информацией. Но ведь процесс познания идет не замкнуто, а в непрерывном взаимодействии с окружающей действительностью. Поэтому источником информации в процессе познания является не заведомо конечная система (человеческий мозг), а несравненно более сложная система (мозг плюс остальная Вселенная), предположение об информационной бесконечности которой во всяком случае не противоречит современным научным представлениям. По существу достаточно ввести в познающую систему идеальный датчик случайных чисел, как доказательство неразрешимости любой теории в этой системе потеряет силу.

Кроме того, неразрешимость теории отнюдь не означает отсутствия в ней единого конструктивного (моделируемого в машине) метода доказательства всех истинных в рамках этой теории предложений. Невозможным оказывается лишь общий метод, анализирующий все предложения и дающий для каждого предложения ответ, истинно ли оно или ложно. Если предположить, что в процессе человеческой практики (взаимодействия с бесконечной природой) могут быть рано или поздно обнаружены все ложные предложения, то такой процесс вместе с методом доказательства всех истинных предложений разрешит соответствующую теорию.

По существу все доказательства неразрешимости относятся лишь к абстрактному мышлению, представляющему, согласно марксистско-ленинской гносеологии, лишь часть процесса познания. Ко всему процессу познания, включающему в себя взаимодействие с практикой, эти доказательства неприменимы. Таким образом, наличие неразрешимых теорий с гносеологической точки зрения не ставит никаких ограничений познанию во всей его полноте. Оно является лишь конкретизацией двух известных принципов марксистско-ленинской науки о познании: принципа недостижимости (за любое конечное время) абсолютно полного, всеобъемлющего знания и принципа, утверждающего ограниченность абстрактного мышления в случае его отрыва от практики.

С точки зрения задачи моделирования мыслительных процессов сказанное означает, что нельзя ограничиваться моделированием одного лишь замкнутого, изолированного мозга. Эффективная познающая система, использующая вычислительную машину, обязательно должна иметь связи с окружающей средой, подобные тем, которые имеет человек. Как и в случае изолированного мозга, никаких принципиальных ограничений для моделирования подобных связей нет. Необходимо помнить лишь, что речь идет именно о моделировании связей, а не о самих связях как таковых. Ведь с социальной точки зрения отношение к машине со стороны создавшего ее общества принципиально отличается от отношения общества к моделируемому в машине человеку. Имея же возможность моделировать тот или иной мыслительный процесс, мы получаем тем самым и возможность его автоматизации. Таким образом, на поставленный в начале нашей брошюры вопрос о границах автоматизации мыслительных процессов следует дать ответ, что принципиально таких границ не существует. Любой участок умственной деятельности после изучения закономерностей, управляющих ею, может быть автоматизирован с помощью универсальных ЭВМ.

Само собой разумеется, что принципиальная возможность автоматизации любого вида умственной деятельности вовсе не означает, что такая автоматизация обязательно будет проведена. Прежде всего необходимо, чтобы автоматизация была практически целесообразной. Иными словами, эффект, получаемый в результате автоматизации, должен окупать затраченные на нее усилия. Вовсе не исключено поэтому, что найдутся такие виды умственной деятельности, которые никогда не будут автоматизированы. И не потому, что это принципиально невозможно, а потому, что это будет нецелесообразно.

Как уже отмечалось, при наличии универсальной ЭВМ задача автоматизации любого вида умственной деятельности состоит в нахождении правил, по которым эти действия выполняются, и в разложении этих правил на элементарные машин-

ные операции. Чтобы ясно представить себе практическую трудность такой задачи, необходимо помнить, что машина в ее исходном виде (не будучи еще начинена никакими программами) чрезвычайно «глупа». Она требует подробных и точных инструкций для выполнения даже весьма простых с человеческой точки зрения заданий. Предположим, например, что нам необходимо подсчитать, сколько раз буква *а* входит в некоторый текст, введенный в память машины. Для выполнения этого задания машине прежде всего надо ввести в память образец кода, которым в ней представляется буква *а*, фиксировать способ нахождения начала и конца исследуемой записи и выделить специальную счетную ячейку, в которой будет накапливаться результат счета. Машинная программа решения задачи будет тогда состоять из предварительной записи нуля в счетную ячейку, нахождения первой буквы записи, сравнения ее с образцом, прибавления единицы в счетную ячейку в случае совпадения исследуемой буквы с образцом, перехода к следующей букве с повторением для нее предыдущих двух операций, и так до тех пор, пока мы не дойдем до последней буквы.

Нетрудно понять, каким громоздким и трудным делом при подобной детализации инструкций должно быть составление машинной программы для сколько-нибудь сложных видов умственной деятельности. Даже весьма еще несовершенные программы перевода с одного языка на другой состоят из 10—20 тыс. машинных инструкций (не считая словаря). Малейшая ошибка в такой программе, и машина вместо перевода будет выдавать сплошную абракадабру.

Правда, положение облегчается созданием специальных языков программирования, на которых запись программы значительно упрощается. Задачу перевода программ с таких языков на «рабочие» машинные языки решают сами машины с помощью специальных программ, называемых трансляторами. Но даже в этом случае составить программу для моделирования сколько-нибудь сложных мыслительных процессов чрезвычайно трудно.

Самое же главное заключается в том, что прежде чем программировать тот или иной процесс, необходимо изучить его закономерности, составить систему правил, полностью определяющих течение этого процесса в различных условиях (включая точное указание случаев, когда возможны случайные переходы с обязательным количественным выражением соответствующих вероятностей). Задача же изучения мыслительных процессов с такой степенью подробности представляется чрезвычайно сложной. Она трудна, даже если речь идет о процессах, поддающихся логическому самоанализу, как, например, при переводе с одного языка на другой. Еще хуже обстоит дело, когда в рассматриваемом процессе существенную роль играет подсознательная деятельность. Возь-

мем, например, такую нехитрую на первый взгляд задачу, как задача узнавания знакомого лица в толпе. Человек обычно решает такую задачу автоматически, без каких-либо явных логических построений. Правила, по которым совершается распознавание, упрятаны в глубине подсознания, их не так-то просто подвергнуть анализу, а тем более точно сформулировать. Исследования последних лет показали, что процессы распознавания зрительных образов управляются весьма сложными системами правил. Поэтому сколько-нибудь эффективные программы распознавания составлены пока лишь для относительно простых образов (геометрических фигур, печатных букв, цифр и т. п.). Уже эти, относительно простые программы, достаточно громоздки. В случае же более сложных задач, типа узнавания знакомого лица, сложность программ должна вырасти во много раз. А ведь задачи такого рода лишь малая часть всей сложной гаммы задач, встречающихся при моделировании мыслительных процессов.

Задачи моделирования мыслительных процессов, с которыми имеет дело современная кибернетика, относятся к числу сложных задач, их решение требует специфических методов и прежде всего новых методов организации работы. Сложность этих задач такова, что они, как правило, становятся недоступными одному человеку. Над разработкой логических основ (программ функционирования) таких систем должны работать большие коллективы исследователей. При этом приходится иметь дело с проблемами трех родов: разделением системы на относительно небольшие блоки, детальной разработкой этих блоков и наконец синтезом всей системы из полученных блоков. Специалисты, выполняющие первый и последний этапы работы, обычно не в состоянии охватить детали второго и наоборот. Сконструированная подобным образом система настолько сложна, что никакой человек не может представить себе всех деталей ее поведения.

Обратимся, например, к задаче автоматизации игры в шахматы. Как показал опыт, попытки построить относительно простые шахматные программы, опирающиеся на универсальную для всех ситуаций систему стратегических правил, не приводят к успеху. Машины, работающие по таким программам, имитируют лишь слабых шахматистов. Даже присущая машине громадная скорость перебора вариантов не может компенсировать примитивности заложенной в нее стратегии. Если же подходить к задаче автоматизации шахматной игры как к задаче проектирования большой системы, придется составлять несколько сотен, если не несколько тысяч частных программ, охватывающих различные стадии игры и различные типовые ситуации, которые могут возникнуть на доске. Одна группа программ будет нести ответственность за запоминание различных дебютных вариантов, другая описывать

типовые комбинации, возникающие при атаках на вражеского короля, третья включать в себя типовые эндшпили и т. д. Кроме всей этой гаммы программ, придется составить еще программу-диспетчер, которая должна будет оценивать возникающие на доске ситуации и менять в соответствии с оценкой последовательность выполнения частных программ. В наше время составление указанной системы программ потребует многих десятков человеко-лет работы опытных программистов. Что же касается программы-диспетчера, то ее составлению должны еще предшествовать серьезные исследования по распознаванию ситуаций на шахматной доске.

Трудность прямого моделирования сложных мыслительных процессов приводит к поиску различных обходных путей для решения этой задачи. Одним из наиболее заманчивых является построение обучающихся и самоусовершенствующихся автоматов. Такие автоматы реализуются обычно с помощью специальных программ или систем программ на универсальных ЭВМ. Основная идея самосовершенствующихся систем программ состоит в том, что в исходные программы закладывается лишь известный минимум исходной информации. Вся же остальная информация, необходимая для моделирования мыслительного процесса, получается в процессе обучения. В его основе лежат идеи, сходные с организацией процесса обучения людей: работая по первоначально заданной программе, машина плохо справляется со своими обязанностями, т. е. моделирует избранный мыслительный процесс с большими неточностями и частыми ошибками. Однако наряду с исходной программой в машине имеется и другая программа, в задачу которой входит внесение дополнений и изменений в первую программу. Такие изменения вносятся в том случае, когда в процессе экспериментирования машина совершает какую-нибудь ошибку. Разумеется, внесение изменений производится автоматически самой машиной. От экспериментатора требуется лишь указание о самом факте совершения ошибки. В ряде случаев удается и вовсе исключить необходимость в экспериментаторе, получая сигналы о совершении ошибок непосредственно от окружающей машину среды.

За последние годы было построено много программ и систем программ, основанных на принципе самосовершенствования. Большая их доля падает на задачи распознавания образов, в частности зрительных. Причина понятна: опираясь в значительной мере на подсознательную деятельность мозга, распознавание образов принадлежит к числу таких интеллектуальных процессов, для которых найти точные системы правил довольно затруднительно. Естественна поэтому попытка переложить трудности на процесс обучения машины.

В простейшем случае процесс обучения машины распознаванию образов строится так. Исходная рабочая программа

предусматривает сравнение распознаваемого образа с рядом эталонов, закладываемых заранее в память машины, и измерение «степени близости» их каждому из эталонов. В зависимости от числа и качества выбранных эталонов, а также от способа исчисления «близости» рассматриваемого образа к эталонам могут возникать ошибки. Предположим, например, что речь идет о распознавании букв русского алфавита, а первоначальными эталонами служат лишь одни заглавные буквы **А**, **Б** и т. д. в одном из многих возможных вариантов их изображения. Если теперь предъявить машине для опознания какой-нибудь другой вариант изображения буквы **А**, скажем, рукописное строчное *а*, то не исключено, что машина найдет это изображение более похожим на **Б**, чем на **А** и, следовательно, совершит ошибку. Для предотвращения такой ошибки в будущем специальная «обучающая» программа изменяет эталон буквы **А**, делая его чем-то средним между **А** и **а**, или же увеличивает число запоминаемых эталонов буквы **А** до двух. Здесь мы впервые встречаемся с замечательным свойством самоорганизующихся систем программ: рабочая программа, по которой машина будет работать по истечении некоторого срока, зависит не только от конструктора исходной программы, но и от последующего опыта, приобретаемого машиной независимо от конструктора. Поэтому, если конструктору неизвестна последующая история работы созданной им машины, он принципиально не может предсказать, как она будет реагировать на те или иные ситуации.

Разумеется, в разобранном нами простейшем случае самообучение было организовано еще весьма примитивно: менялись лишь эталоны, а сам принцип распознавания оставался неизменным. Можно, однако, пойти значительно дальше, составляя такие системы программ, в которых по мере приобретения опыта будут изменяться не только константы, но и сама организация рабочей программы. В случае таких систем (а они уже создаются) предсказать, во что превратится в конце концов исходная рабочая программа, становится совсем невозможно.

Развитие теории и практики самоорганизующихся систем ставит ряд интересных с философской и практической точки зрения вопросов. Первый вопрос заключается в том, что, быть может, самоорганизующиеся системы дадут возможность обойти практические трудности, связанные с моделированием сложных мыслительных процессов. Действительно, в принципе в самоорганизующейся системе можно повторить всю историю становления сознания — от первичной протоплазмы до наших дней. Исходная программа при этом должна включать в себя лишь общие законы эволюции (изменчивость, наследственность и естественный отбор). При этом, разумеется, достаточно моделировать лишь поведение того или иного организ-

ма (характер его взаимодействия со средой), а не детали его внутреннего строения. Уже проведенные эксперименты охватывали, разумеется, пока лишь относительно короткие и несложные этапы эволюции. Однако они полностью подтвердили принципиальную возможность моделирования сколь угодно сложных эволюционных процессов.

Другая принципиальная возможность обойти трудности прямого моделирования сложных мыслительных процессов связана с моделированием систем нейронов. Человеческий мозг представляет собой систему, состоящую из огромного числа нейронов. С чисто информационной точки зрения естественно различать в мозге исходную его организацию (закономерности функционирования отдельных нейронов и закономерности их связей между собой) и накапливаемый опыт (память). Есть основания считать, что закономерности исходной организации мозга достаточно просты, а в основе всей огромной сложности его реакций лежит информация, накопленная в памяти (как наследственная, так и приобретенная, в течение жизни). Это означает, очевидно, что в принципе можно построить самоорганизующуюся систему, моделирующую мозг, и в процессе ее обучения добиться моделирования сложных мыслительных процессов.

Таким образом, с точки зрения практического решения задач моделирования и автоматизации умственной деятельности самоорганизующиеся системы имеют на первый взгляд блестящие перспективы. В ряде случаев дело так и обстоит. Но было бы ошибкой считать, что самоорганизующиеся системы снимают все трудности моделирования мыслительных процессов. Здесь происходит не уничтожение трудностей, а их перекладывание из исходной программы на процесс обучения. Чем проще исходная программа, тем дольше и сложнее становится обучение. Там, где скорость обучения машины может быть существенно выше по сравнению с аналогичным процессом для человека, подобное перекладывание до известного предела ускоряет создание эффективно действующей модели: на помощь относительно медленному процессу человеческого познания закономерностей моделируемого процесса выступает более быстрый процесс машинного обучения. Однако если зайти по этому пути слишком далеко, эффект может оказаться обратным.

Дело в том, что при очень простых исходных программах в силу неизбежного логического несовершенства системы процесс обучения и самоорганизации системы существенно замедляется. Это замедление не может быть скомпенсировано простым механическим увеличением скорости работы машины. Поэтому для каждой конкретной задачи моделирования мыслительных процессов существует наиболее разумное распределение трудностей между исходной информацией, вкладывае-

мой в систему, и той информацией, которая должна быть получена в процессе обучения. Следует считаться и с тем обстоятельством, что в ряде случаев, например при обучении эффективным методам лечения болезней, скорость обучения обусловливается внешними факторами (скоростью течения болезни, например), а не скоростью работы самой машины. Здесь совершенно очевидно, что обучение надо начинать не с нуля, а максимально использовать в исходной программе ту информацию, которую накопило человечество за длительную историю медицины.

Таким образом, самоорганизующиеся системы, облегчая в ряде случаев моделирование сложных мыслительных процессов, не могут трудные по самой своей природе задачи перевести в класс легких задач. Так или иначе, для эффективного моделирования мыслительных процессов необходимо затратить огромное количество труда. Этот вывод распространяется не только на современные самоорганизующиеся системы, но на все другие пути обхода трудностей моделирования мыслительных процессов, которые могут быть предложены в будущем. Ведь если тот или иной мыслительный процесс сложен сам по себе, а не только лишь в меру нашего плохого знания, то трудность его моделирования должна носить абсолютный характер, не будучи связана непосредственно со спецификой методики моделирования.

Разумеется, a priori не исключена возможность того, что сложность мыслительных процессов носит не абсолютный характер, и то, что сегодня представляется сложной комбинацией огромного числа различных правил и закономерностей, может быть завтра сведено к относительно небольшому числу базовых закономерностей. Как хорошо известно, с такими ситуациями наука встречалась неоднократно. Но что касается процессов мышления, подобная возможность маловероятна. Ведь человечество испокон веков имеет дело с задачей обучения людей тем или иным конкретным мыслительным процессам, например процессу перевода с одного языка на другой. И если в основе таких процессов лежит очень простая информация, скажем, какая-либо формула, умещающаяся на одной печатной странице, то трудно понять, почему до сих пор эти процессы остаются столь сложными и трудоемкими.

Маловероятно и то, что обучение машин может быть уже сегодня выполнено с меньшими усилиями, чем обучение человека. Скорее наоборот, сейчас, пока начальная информация, закладываемая в машины, много меньше, чем исходная информация, с которой начинает обучение человек, он обладает неоспоримым преимуществом перед машиной в этом отношении. Разумеется, со временем, когда будет накоплено достаточно много программ, моделирующих умственную деятельность, положение может измениться в пользу машин (в ряде

узких областей, вроде задач вычислительного характера, это стало фактом уже сегодня). Однако для достижения подобного «критического объема» машинных знаний предстоит огромная работа как исследовательского, так и технического характера.

На пути построения самоорганизующихся систем можно получить более определенный ответ и на поставленный ранее вопрос о практической целесообразности моделирования и автоматизации умственной деятельности. Практическая целесообразность понимается здесь в том смысле, что усилия, затраченные на автоматизацию, должны окупаться экономией, получаемой при ее машинной реализации. Когда речь идет о проблемах массового характера, вопрос о практической целесообразности автоматизации решается просто. Как бы велики ни были первоначальные затраты труда (на изучение процесса и его программирование), при неограниченно большом числе решаемых впоследствии задач эти затраты рано или поздно окупятся. Например, составить машинную программу для решения квадратных уравнений труднее, чем решить без машины уравнение $x^2 - x = 0$. Но зато эта программа, будучи раз составлена, послужит потом для решения любых квадратных уравнений. Более того, можно составить одну общую программу для решения алгебраических уравнений любой степени. В этом случае затраты труда на программирование могут окупиться при решении даже одной сложной задачи, скажем, какого-нибудь уравнения сотой степени общего вида.

Аналогичным образом обстоит дело в случае массовых задач творческого характера, например доказательства теорем в рамках той или иной разрешимой теории: как бы ни были велики трудности составления программы для доказательств, она окупит себя, если только действительно будет пригодна для доказательства любых теорем рассматриваемой теории, а не какой-нибудь одной теоремы. В неразрешимых теориях дело обстоит сложнее. A priori не исключено, что для доказательства каждой новой теоремы придется всякий раз составлять новую программу. На первый взгляд в этом случае немашинный способ доказательства может оказаться даже более экономным и автоматизация будет нецелесообразной. Но такой вывод мог бы быть правильным, если бы мы подходили к автоматизации умственной деятельности как к совокупности отдельных разрозненных задач. Если же речь идет о создании самоорганизующегося комплекса программ, способных накапливать информацию в различных областях, использовать накопленный опыт для облегчения решения последующих задач, то положение существенно меняется. Добавление каждой новой программы в уже накопленную сокровищницу «машинных знаний» может не только оказаться полезным в свете ре-

шения одной конкретной задачи, но и дать во взаимодействии с другими программами новый, непредвиденный эффект.

Таким образом, при «системном» подходе моделирование и автоматизация мыслительных процессов становятся в конечном счете не только принципиально возможными, но и целесообразными. В то же время ясно, что достижение значительного эффекта в этом направлении требует огромной и строго целенаправленной работы по созданию «первичного капитала» машинных знаний, после чего дальнейшее развитие этих знаний должно пойти все ускоряющимися темпами.

Вопрос о практической целесообразности автоматизации мыслительных процессов тесно связан с другим, интересным с философской точки зрения вопросом о том, может или не может машина превзойти своего создателя. На первый взгляд положительный ответ на подобный вопрос противоречит здравому смыслу: ведь конструктор всегда вкладывает в машину лишь часть своих собственных знаний. С другой стороны, очевидно, что если машина не может хотя бы в чем-нибудь превзойти своего создателя, то ее не имеет никакого смысла строить. Поскольку машины, моделирующие те или иные мыслительные процессы, строятся и успешно эксплуатируются, ясно, что они в чем-то уже сегодня превосходят своих конструкторов.

Для того чтобы ликвидировать кажущееся противоречие, необходимо ясно понимать, в чем заключается действительное преимущество машин перед людьми с точки зрения задач преобразования информации. Прежде всего — в скорости работы. Возьмем, например, программу для решения системы линейных алгебраических уравнений. Ее составитель, конечно, знает, как самому решить ту или иную систему, которую придется впоследствии решать машине, например, систему общего вида, состоящую из 10 000 уравнений с 10 000 неизвестными. Однако он не в состоянии воспользоваться своим знанием: скорость работы его мозга не позволит решить такую задачу за всю его жизнь. Современная же машина, работая в несколько миллионов раз быстрее, справится с такой работой достаточно быстро. Если бы скорость машины могла быть сделана сколь угодно большой, то машины могли бы успешно конкурировать с человеком, работая даже по весьма примитивным программам. Вложив в такую программу, например, правила движения шахматных фигур и правило, заставляющее машину просчитывать абсолютно все варианты течения шахматной партии на 200 ходов вперед (такую программу опытный программист составит за несколько часов), мы получили бы программу, с которой не справился бы ни один гроссмейстер.

Мы имеем здесь яркий пример того, как рост чисто количественного показателя (скорости работы машины) приводит

к качественному эффекту кажущегося превосходства машины не только над ее создателем, но и над более сильными шахматистами, чем он сам. Нынешние машины считают быстрее человека «всего» в несколько десятков миллионов раз, и это не дает возможности решить проблему автоматизации игры в шахматы на основе столь простых программ. Но рассмотренный пример показывает, в чем машина может превзойти своего создателя.

Превосходство в скорости дополняется у современных машин еще одним преимуществом — возможностью вложить в машину знания и опыт не одного человека, а целого коллектива. Это позволяет в принципе и без преимущества в скорости превзойти в одной машине возможности одного, даже самого способного человека. Наконец, используя принципы самоорганизации и самообучения, мы сообщаем машинам еще одно дополнительное преимущество — скорость обучения. В этом случае окончательная эффективность работы машины будет определяться не только первоначальной программой (известной конструкторам), но и ее последующим собственным опытом, которого у конструкторов может и не быть. Начинив машину достаточным числом взаимосвязанных программ моделирования умственной деятельности (в том числе программ самообучения), мы рано или поздно придем к такому положению, что в воображаемом интеллектуальном поединке со своими конструкторами побеждать будет машина. Разумеется, чтобы достаточно широко раздвинуть границы поля, на котором будет развертываться такой поединок, «начинка» машины должна быть очень большой. Реальное построение таких систем программ — дело будущего, однако в некоторых областях интеллектуальной деятельности описанная ситуация возникает уже сегодня.

Таким образом, в чисто техническом аспекте возможность для машины превзойти своего создателя сегодня не вызывает сомнений. Более того, принципиально ясна техническая возможность построения систем машин, которые могли бы не только решать отдельные интеллектуальные задачи, но и осуществлять комплексную автоматизацию таких высокоинтеллектуальных творческих процессов, как развитие науки и техники. Уже сегодня существуют системы, позволяющие автоматически производить сложные физические эксперименты с одновременной обработкой полученных экспериментальных данных в виде, готовом для публикации. Ведутся эксперименты с программами, выводящими сложные логические следствия из имеющихся в распоряжении исследователя фактов. Планируются работы по созданию программ, строящих теорию, которая простейшим образом объединила бы сложный экспериментальный материал. Высказаны первые идеи о путях построения программ, которые формулировали бы новые

интересные проблемы в математике. Еще большие успехи достигнуты в создании сложных автоматизированных систем управления в различных областях народного хозяйства и военной техники. В такой стране, как США, уже сегодня значительная часть решений экономического, политического и стратегического характера принимается на основе информации, получаемой от сложных автоматизированных систем управления и обработки данных.

Бурное развитие теории и практики автоматизированных систем приводит к еще одному интересному с философской точки зрения вопросу, который на Западе обычно формулируется как вопрос о возможности «машинного общества». Если отвлечься пока от социальной сущности проблемы и рассматривать ее в чисто техническом плане, то на вопрос о возможности «машинного общества» следует дать положительный ответ. Уже ни у кого не вызывает сомнений возможность вполне автоматизированных производств. Правда, на современных автоматизированных предприятиях контроль за работой оборудования и его ремонт осуществляется людьми. Но и такая работа может быть в принципе поручена автоматам. Планирование и управление работой отдельных предприятий, их объединение в единую производственно-транспортную систему также становится сегодня объектом автоматизации. Наконец, выше уже упоминалось о возможности создания комплексной автоматизированной системы, осуществляющей процесс развития науки и техники. Особое значение в этом процессе приобретает автоматизированное проектирование и изготовление новых, все более и более совершенных информационно-логических и управляющих машин, представляющих собой «мозг» всех автоматизированных систем. Подобные системы автоматизации проектирования, представляющие собой инженерное воплощение мечты фантастов о «размножении» машин, уже начали создаваться сегодня.

Объединяя автоматизированные системы производства, планирования и научно-технического прогресса в единое целое, мы получим то, что очень условно и заведомо неточно называют «обществом машин». Можно, разумеется, дополнить построенное «общество» программами развития музыки, поэзии и т. п., придать этим программам самоорганизующийся характер. Однако никакие подобные попытки «очеловечивания» построенного «общества» не сделают его обществом в строгом историко-материалистическом понимании.

До сих пор мы ограничивались чисто техническими и математическими аспектами философских вопросов. Учет социальных факторов не только приводит к более углубленной постановке этих вопросов, но зачастую коренным образом меняет ответы на них. Рассматривая вопрос о пределах возможностей машин в чисто техническом плане, мы пришли к выводу, что

таких пределов не существует. В любом виде информационно-интеллектуальной деятельности машина может эффективно заменить человека. Но означает ли это, что подобная совершенная машина может рассматриваться как эквивалент человека в социально-историческом плане? Разумеется, нет! Ведь социально-исторический аспект проблемы включает в себя такие вопросы, как отношение общества к рассматриваемому объекту, историю объекта и т. п. Ясно, однако, что отношение общества к самой совершенной машине, представляющей собой в конечном счете орудие производства, и отношение к человеку, создающему орудия производства, существенно различается. Если даже машина не создана человеком непосредственно, а является результатом «саморазмножения» машин, то в историческом плане роль человека, как творца первой машины, остается неизменной.

Разумеется, в чисто информационном плане ничто не мешает нам моделировать в машине или в системе машин и общественно-исторические процессы, однако это будут именно модели реальных процессов, а не они сами. Чтобы превратить их в реальные общественно-исторические процессы, необходимо, чтобы «машинное общество», о котором шла речь выше, стало бы исторической реальностью. То обстоятельство, что это общество оказывается возможным в чисто техническом плане, отнюдь не означает, что оно станет реальностью в плане общественно-историческом. Рассмотрим аргументы, которые приводятся теми, кто утверждает историческую возможность или даже неизбежность «машинного общества», призванного чуть ли не заменить человеческое общество.

Первый аргумент состоит в том, что все увеличивающаяся сложность «думающих» машин, наличие в них самообучения и самоорганизации приведет к выходу машин из повиновения человеку, к «бунту машин», в результате которого люди будут превращены в «рабов» машин или даже вовсе устранены. Конечно, возможность случайных ошибок, выхода из повиновения человеку, а иногда даже и нанесения ущерба ему имеется во всякой машине. Ведь даже такая относительно простая машина, как автомобиль, нередко становится причиной увечий и даже гибели людей не только из-за ошибок водителей, но и в результате непредвиденных технических неисправностей. Казалось бы, что при дальнейшем усложнении техники вероятность подобных ошибок должна возрастать. Тем более, что, как мы уже подчеркивали выше, в случае сложной системы управления (особенно самообучающейся), даже при нормальном ее функционировании, конструкторы далеко не всегда могут предсказать ее поведение.

Однако более глубокий анализ процесса развития науки и техники приводит к совершенно иным выводам. Рассмотрим прежде всего причины, в силу которых сложная кибернетиче-

ская система может выйти из-под контроля. Может случиться, во-первых, что конструкторы не предусмотрят некоторых нежелательных последствий действий такой системы и допустят возможность таких последствий при нормальном ее функционировании. Во-вторых, если даже защита от нежелательных последствий предусмотрена, необходимо считаться с возможностью случайного отказа такой защиты.

Что касается первой причины, то внести соответствующие средства защиты в кибернетическую систему проще, чем ее сконструировать. Принципиально главная часть задачи защиты от нежелательных реакций системы состоит в составлении полного списка такого рода реакций. Устройства же, которые обеспечат блокирование всех реакций, внесенных в список, хорошо известны, и их разработка и включение в систему не составят особого труда. Если говорить о реакциях, представляющих непосредственную опасность для человека, то список их не настолько велик, чтобы его было трудно составить. Не нужно забывать, кроме того, что при разработках сложных систем все в большей и большей степени используются электронные вычислительные машины. Это приводит к тому, что анализ реакций разрабатываемой системы становится гораздо более совершенным и полным, чем при традиционных методах проектирования. Что же касается разного рода поломок и неисправностей, то их вероятность, конечно, полностью не исключается ни при каком уровне развития науки и техники. Однако усложнение технических средств вовсе не обязательно вызывает уменьшение их надежности. Скорее наоборот, технический прогресс в наше время идет под лозунгом опережающего развития средств защиты от случайных неисправностей и отказов, в особенности тогда, когда такие неисправности могли бы повлечь за собой особо тяжелые последствия. Чтобы убедиться в справедливости сказанного, достаточно сравнить два процесса — процесс рождения авиации и завоевания воздушного пространства и развертывающееся на наших глазах завоевание космоса. Неизмеримое усложнение технических средств, потребовавшееся для начала освоения космоса, не только не привело к увеличению числа опасных аварий по сравнению с начальным периодом развития авиации, а наоборот, свело вероятность таких аварий к минимуму.

Нет никаких оснований считать, что дальнейший прогресс различных защитных и контрольных средств замедлится и станет отставать от прогресса всей техники в целом. Поэтому вероятность выхода техники из повиновения должна из года в год снижаться. Имея же в виду, что от особо опасных последствий всегда предусматривается двойная, тройная и, если нужно, то и десятикратная защита, опасаться «бунта машин» в силу причин чисто технического характера практически не приходится.

Вторая возможная причина уничтожения людей машинами, которая обычно приводится, это использование сложных автоматизированных систем в военных целях. Некоторые сторонники взгляда о неизбежности «машинного общества» рисуют картины того, как глобальная ядерная война в век высшего расцвета кибернетической техники приводит к поголовному истреблению всего человечества, а устойчивые против радиации кибернетические машины продолжают функционировать и развиваться.

Легко понять, что в таких мрачных пророчествах нет и следа научного анализа общественно-исторических процессов. Авторы этих пророчеств исходят из того, что прогресс в материальном производстве, в науке и технике никак не связан с социальным прогрессом. Мы знаем, однако, что это вовсе не так. Конечно, закономерности, вскрытые историческим материализмом, не выражаются простой математической формулой так, чтобы, подставляя в правую часть этой формулы научно-технический уровень, мы получили бы в ее левой части соответствующую общественно-историческую формацию. Тем не менее общая закономерность, определяющая зависимость социального прогресса от прогресса в материальном производстве, действует столь же неуклонно, как и фундаментальные законы природы.

Мы знаем, что уже сегодня, когда уровень кибернетической техники еще весьма далек от того уровня, который необходим для полностью автоматизированного развития науки и производства, глобальная ядерная война не является фатально неизбежной. Не вызывает никаких сомнений, что качественный скачок в технике и производстве в результате происходящей сейчас второй технической революции приведет в конце концов к полному торжеству мира и социализма, а в этом случае приведенные выше мрачные пророчества полностью теряют почву.

Первая техническая революция была связана с изобретением механического двигателя и широким развитием массового фабричного производства. Неограниченно умножив физические способности человека, эта революция привела к уничтожению феодализма как общественно-исторической формации. Вторая техническая революция имеет своим знаменем автоматизацию не только физического, но и умственного труда, полную автоматизацию производства, неограниченное умножение не только энергетической, но и информационно-интеллектуальной мощи человечества. Она не может не привести к полному крушению империализма, уничтожению анархии производства, к торжеству мира и социализма.

Еще один аргумент, который фигурирует в пророчествах на тему о неизбежности «машинного общества», заключается в том, что автоматизация умственного труда приведет якобы к умственной лени и вырождению человечества. Более часто по-

добного рода довод высказывается в менее категоричной форме, как невозможность для «среднего» человека в век полной автоматизации найти сферу приложения для своих сил и способностей. Оба эти довода не выдерживают никакой критики. Что касается первого из них, то необходимо заметить прежде всего, что эра столь полной автоматизации, при которой можно было бы говорить о «недостатке интеллектуальной деятельности» для человека, еще очень и очень далека. Сейчас дело обстоит как раз наоборот; решение задач, связанных с автоматизацией умственного труда, требует колоссальной работы; речь идет о том, что спрос на интеллектуальный труд во много раз превышает предложение, а не наоборот. Что же касается будущего, то и в век полной автоматизации человечеству вряд ли придется страдать от «умственной лени»: автоматизация умственного труда, приводящая к резкому увеличению его производительности, может быть использована не только для уменьшения спроса на интеллектуальные усилия человека, но и для увеличения темпов научно-технического и культурного прогресса. Если же темпы общественного прогресса будут расти пропорционально росту производительности труда, то этот рост может происходить без всякого снижения спроса на интеллектуальные усилия людей. Подобный спрос мог бы быть уничтожен лишь при одном условии: если бы была достигнута действительно полная, не требующая вмешательства человека автоматизация не только материального производства, но также развития науки и культуры. Однако такая, доведенная до абсурда полнота автоматизации немыслима в развивающемся человеческом обществе. Дело не в том, что система машин, решающая все указанные задачи, невозможна с технической точки зрения (о ее возможности в чисто техническом плане уже говорилось выше). Причина лежит совсем в другой области, и прежде всего в том, что если допустить независимое существование человеческого и «машинного» общества, точнее, если допустить, что человек с какого-то момента **никак** не вмешивается в работу машин, а лишь пользуется результатами этой работы, то они рано или поздно перестанут его удовлетворять. Иначе мы пришли бы к выводу, что те поколения людей, которые создали столь совершенную систему машин или вмешивались впоследствии в их работу, предугадали бы **совершенно точно** (разумеется, с помощью машин) весь ход развития духовных и материальных запросов у всех последующих поколений. В свою очередь, это означало бы, что весь указанный процесс, во-первых, является строго детерминистским, а, во-вторых, полностью определяется конечной начальной информацией. Такие выводы целиком противоречат нашим представлениям о действительных закономерностях общественного развития.

Существует и более глубокая причина, которая делает не-

возможным или во всяком случае практически невероятным абсолютно полное предсказание хода развития духовных и материальных запросов общества, даже если допустить полную детерминированность и конечную определенность этого процесса. Дело заключается в специальных соотношениях неопределенности, которые можно установить для систем, познающих самих себя: если процесс такого познания направляется на поиски закономерностей переходов из одного состояния в другое, то, как правило, целиком утрачивается информация о начальном состоянии системы, и наоборот.

Таким образом, развивающемуся человеческому обществу при любом уровне автоматизации необходимо будет вмешиваться в работу машин, направляя их на удовлетворение своих непрерывно растущих и меняющихся запросов. В этом смысле человек всегда будет давать задания машинам, хотя, конечно, совсем не так, как это делается сейчас. За человеком во всяком случае останется окончательная оценка создаваемых духовных и материальных ценностей и указания новых целей, к которым следует стремиться. Машины, разумеется, освободят людей от однообразной и нудной умственной работы, как они уже сегодня освобождают его от необходимости выполнять сложные вычисления. Подобную перспективу можно только приветствовать.

Следует заметить, что пророчества о неизбежном вырождении человечества делались уже во времена первой технической революции. Правда, в то время речь шла не о духовном, а о физическом вырождении. Безусловно, механические двигатели в значительной мере освободили человека от утомительного физического труда. Но привело ли это к какому-либо физическому вырождению человечества? Достаточно взглянуть на таблицы высших спортивных достижений в конце XIX века и в наши дни, чтобы убедиться, сколь далеко подобное утверждение от истины. В свое время раздавались голоса, что создание автомобиля или мотоцикла убьет такой вид спорта, как бег или конный спорт. Автомобиль и мотоцикл не только сохранили все старые виды спорта, но и вызвали к жизни новые виды спортивных состязаний, которые были невозможны в «домоторизованную» эпоху. По тем же причинам нет никакого смысла опасаться, скажем, того, что автоматизация игры в шахматы убьет эту древнюю прекрасную игру. Вряд ли можно сомневаться, что и при наличии самых совершенных кибернетических машин люди будут продолжать меряться силами за шахматной доской так сказать «невооруженными умами». Более того, почти наверняка, как и в случае с мотоциклом, наряду с «чисто человеческими» состязаниями будут проводиться шахматные состязания машин различных классов, а одним из новых видов шахматного искусства станет оттачивание программ для игры в шахматы.

Эпоха автоматизации умственного труда изменяет характер творчества. Для человека-творца явится новая возможность дарить грядущим поколениям не только законченные результаты труда, но и свой творческий метод. Возьмем, скажем, талантливого математика. Сегодня, в эпоху «ручного творчества», он может оставить потомкам лишь найденные им доказательства трудных теорем, формулировки новых понятий, новых проблем и т. п. Что же касается глубин его творческого метода, интуиции, опыта, накопленного объема знаний, то все это теряется с его смертью. Все эти вещи не так просто передать даже самым лучшим и близким ученикам. В эпоху же «машинного творчества» такой ученый может посвятить свою жизнь составлению программ доказательств трудных теорем, которые и после его смерти смогут продолжать выдавать новые интересные научные результаты. Это касается не только математиков, но и других творческих работников в различных областях науки и культуры.

Никакой реальной опасности «умственной лени» и тем более «духовного вырождения человечества» автоматизация умственного труда не несет. Столь же необоснованными являются и опасения относительно судьбы «среднего человека» в эпоху полной автоматизации. Конечно, в условиях капитализма внедрение автоматизированных систем сопровождается массовой безработицей, причем в эпоху широкой автоматизации умственного труда безработица охватывает не только рабочих, но и клерков, бухгалтеров и даже часть инженерно-технического персонала. Естественно, что, не будучи знакомым с законами общественного развития, подобные жертвы автоматизации бывают склонны видеть причину своих страданий в самой автоматизации, а не в социальном строе, использующем плоды автоматизации для целей господствующего класса. В строящемся на научной основе социалистическом и тем более коммунистическом обществе положение коренным образом изменяется. При долгосрочном перспективном планировании имеется возможность заблаговременно принимать меры к такой организации образования, подготовки и переподготовки кадров, которая обеспечит полную занятость населения. Как раз именно автоматизированные системы планирования, основанные на электронной вычислительной технике, существенно помогают решать подобные задачи.

Пессимистически настроенные ученые и писатели Запада высказывают опасение в том, что автоматизация, требуя все более напряженного интеллектуального труда, в конце концов не оставит места для людей со средними способностями. Такого рода высказывания также носят на себе отпечаток социальной системы, в которой они сделаны и делаются. Ясно, что в социалистическом обществе, в условиях планомерного снижения продолжительности рабочего дня и рабочей недели, только

такие области, как образование и здравоохранение, способны поглотить все людские ресурсы, освобождающиеся в результате автоматизации. Что же касается этих областей, то никакая автоматизация неспособна заменить такие вещи, как личный пример учителя, человеческая теплота и участие врача, которые подчас важнее лекарств. Иными словами, в образовании, здравоохранении и других областях, имеющих дело с живыми людьми, всегда сохранится место для специфически человеческой деятельности. Это, разумеется, нисколько не умаляет значения автоматизации в этих областях. Обучающие машины становятся реальностью уже сегодня, автоматизация начинает проникать в хирургию и другие области медицины. Здесь, как и всюду, автоматизация призвана освобождать человека в первую очередь от наиболее утомительных и однообразных операций, делать труд источником радости и вдохновения. Здесь, как и в других областях, для разработки и последующего развития автоматизированных систем будет требоваться все более и более высокоинтеллектуальный труд. Но и для людей, не имеющих специальных способностей к автоматике, здесь всегда найдется почетное место.

Кроме того, сама проблема наличия «специальных способностей» не может рассматриваться с позиций лишь сегодняшнего дня. Сейчас мы действительно сталкиваемся с проблемой нехватки творческих работников в области сложных систем автоматизации, количество людей, обнаруживающих способности, необходимые для работы в этом направлении, пока еще невелико. Но вечно ли такое положение? Ведь резервы, скрытые в методах обучения и развития способностей (особенно в раннем возрасте), еще очень и очень велики. Вспомним, что еще какие-нибудь 40 лет назад не было недостатка в скептиках, считавших, что русский крестьянин будет неспособен освоить трактор. Не в таком ли точно положении находятся сегодняшние скептики, представляющие, что будущая чудовищно сложная техника автоматизированных систем будет доступна лишь избранной технической элите? Кроме того, было бы совершенно ошибочным представлять дело в таком виде, что усложнение технических средств обязательно сопровождается увеличением трудностей их эксплуатации. Достаточно сравнить современный радиоприемник и даже телевизор с радиоприемниками двадцатых годов, чтобы убедиться, что существенное усложнение схем и конструкций аппаратуры сопровождалось непрерывным упрощением условий эксплуатации.

В кибернетических системах дело обстоит точно так же. Составлять программы для современных ЭВМ значительно проще, чем для первенцев электронной вычислительной техники. Строятся и совершенствуются специальные языки для облегчения общения человека с машиной. Проводятся эксперименты по обучению машин обычному человеческому языку, по

передаче команд машине голосом и т. п. Управление системой машин с помощью простой оценки результатов их работы и указания целей, к которым надо стремиться (как об этом говорилось выше), окажется в принципе более простым и общечеловеческим делом, чем управление гораздо менее сложными современными системами, требующими подробных инструкций для каждого шага их работы.

Подведем некоторые итоги. Хотя с чисто технической точки зрения возможности автоматизации безграничны, опасения о неизбежном «вытеснении» людей машинами становятся несостоятельными, как только мы начинаем рассматривать этот вопрос в связи с реальными перспективами общественно-исторического прогресса. «Машинное общество», возможное в чисто техническом плане, превращается в абсурд при учете социальных факторов. По существу единственная возможность превращения «машинного общества» в реальное историческое явление имела бы место лишь при возникновении таких условий, когда люди сами бы захотели стать машинами. Можно представить себе, например, что в процессе улучшения средств общения человека с машинами будут когда-либо найдены средства неограниченного прямого обмена информацией (скажем, с помощью биотоков) между мозгом и достаточно сложной кибернетической машиной, снабженной органами чувств, средствами передвижения и т. п. Представим себе далее, что в сложной системе мозг — машина «центр самосознания» мог бы перемещаться от мозга к машине, и наоборот. В этом случае могла бы возникнуть возможность, когда человек вдруг ощутил бы себя в машине, переместил бы туда без нарушения непрерывности своего существования все содержимое своей памяти, свои склонности, привычки — все, что относится к его внутреннему духовному миру, и продолжал бы свое существование как бы в новой оболочке. Возможность подобной ситуации основана на весьма шатких гипотезах, справедливость которых не возьмется сегодня обосновать ни один ученый. Такая ситуация должна быть скорее отнесена к фантастике, чем к реальным научным прогнозам.

Учет социальных факторов приводит к существенным коррективам в ответах и на другие рассмотренные проблемы. Это прежде всего относится к вопросу о кажущемся превосходстве машины над ее создателем. Описанная выше ситуация интеллектуального поединка между человеком и машиной, приводящая к выводу о превосходстве машины, чрезвычайно искусственна с общественно-исторической точки зрения. В реальном процессе общественного развития машина выступает как орудие производства, продукт коллективного разума человечества. В плане общественно-историческом коллективный разум человечества отнюдь не сводится к простой сумме способностей всех его членов. Он включает в себя и все то, что создано

людьми для умножения этого разума — от древних папирусов до самых совершенных кибернетических машин. Сравнение коллективного разума человечества с любой созданной им «умной» машиной будет всегда не в пользу машин: часть никогда не может превзойти целое.

Необходимо отдавать себе ясный отчет и в том, что с помощью программ в кибернетических машинах создаются лишь информационные модели тех или иных объектов, и, как всякие модели, они не могут полностью совпадать с соответствующим объектом. Это в полной мере проявляется при моделировании на машинах различных социальных явлений. Если объектом моделирования служит, скажем, управление капиталистическим банком, то владелец банка также найдет свое место в этой модели. Модель может быть настолько совершенной, что она будет воспроизводить действия банкира в различных ситуациях с большой степенью точности. Модель может даже превосходить его (и притом многократно) в информационно-интеллектуальном плане, но она не сделается от этого владельцем банка.

Учет реальных общественно-исторических факторов приводит к конкретизации ближайших задач и перспектив автоматизации умственного труда. Во второй половине двадцатого столетия задача широкой автоматизации умственного труда стала не только гипотетической возможностью, но и реальной исторической необходимостью. Имеется целый ряд участков человеческой деятельности, где уже сегодня приходится сталкиваться со своеобразным информационным затором: требования к переработке информации начинают превышать возможности человека, не вооруженного автоматическими средствами для такой переработки. С подобным положением столкнулись четверть века назад при сложных научно-технических расчетах, связанных с развитием новой техники (атомная энергетика, ракетная техника и т. п.). Фактически такая потребность возникла даже много раньше, но до известной поры техника могла обходить трудности точного расчета применением упрощенных формул, методов натурного моделирования объектов (например, обдуванием самолетов в аэродинамических трубах) и т. п. Специфика же ряда новейших областей техники такова, что как огрубление расчетов, так и использование прямого моделирования либо вовсе невозможно, либо сильно ограничено. Возникший здесь информационный затор был успешно преодолен изобретением универсальных электронных вычислительных машин, хотя задача дальнейшего совершенствования машин для научно-технических расчетов продолжает сохранять свою актуальность.

Сегодня, однако, не только не меньшую, но значительно более острую актуальность приобрела проблема автоматизации труда в области учета, планирования и управления экономи-

кой. Быстрый рост экономики сопровождается еще более быстрым усложнением задач по управлению ею. Что касается нашей страны, то эта сложность выросла за последние два-три десятилетия не менее чем в 100 раз и продолжает расти очень быстрыми темпами. По самым скромным оценкам, количество элементарных вычислительных операций для нахождения наилучших вариантов управления нашей экономикой оценивается за год единицей с шестнадцатью нулями. Основная масса этих расчетов приходится на предприятия. Однако и объем отраслевых и межотраслевых расчетов чрезвычайно велик. При выполнении всех этих расчетов вручную потребовалось бы не менее десяти миллиардов человеко-лет! В случае же невозможности фактически выполнить требуемые расчеты на сцену выступают ориентировочные прикидки и волюнтаристские решения.

Следует подчеркнуть, что общий объем вычислительных и информационно-логических задач, которые требуется решать для оптимального управления экономикой, относительно мало зависит от применяемых форм управления. Меняется только место, где эти расчеты должны выполняться. При максимально централизованной системе планирования и управления наибольшая часть расчетов будет падать на Госплан и министерства, при увеличении хозяйственной самостоятельности предприятий основная вычислительная и информационная нагрузка ложится на их плечи. В этой связи целесообразно отметить роль фактора материальной заинтересованности. В абстрактно-информационном плане хорошо продуманная система материальной заинтересованности представляет собой средство распределения задач планирования и управления на всех работников народного хозяйства — от рабочего и колхозника до министра. Ранее, когда сложность задач управления не превышала суммарной способности к переработке информации у всего населения, занятого в народном хозяйстве, такая система могла сама по себе обеспечить наиболее высокую эффективность управления. В настоящее же время для выявления всех возможностей, скрытых в нашем народном хозяйстве, любая, самая лучшая система экономического стимулирования должна быть дополнена автоматизированными системами сбора и переработки экономической информации на предприятиях, в отраслях и в масштабе всей страны.

Уровень развития автоматизированных систем планирования и управления в значительной степени определяет наиболее рациональную степень централизации расчетов. С абстрактно-математической точки зрения, если не принимать во внимание трудностей сбора, передачи и переработки информации, самой эффективной будет наиболее централизованная система. Однако на современном уровне развития средств оргатехники, связи и вычислительных машин такое решение было бы техни-

чески нереальным. Поэтому наиболее рациональным в сегодняшних условиях оказывается двух- и даже трехступенчатая система с перенесением значительной части расчетов на предприятия.

Второй областью, где мы сталкиваемся с информационным затором, является наука и техника. Бурный прогресс науки и техники в наше время происходит не только за счет абсолютного роста числа ученых и инженеров, но и за счет непрерывного роста относительной их доли в населении развитых стран. Темпы этого роста таковы, что если они сохранятся и впредь, через 100—150 лет все население земного шара превратится в научных работников. В условиях, когда наука становится непосредственной производительной силой, задача резкого подъема производительности труда научных и инженерно-конструкторских работников становится важнейшей государственной задачей. Сегодняшний уровень развития кибернетики позволяет приступить к созданию систем комплексной автоматизации проектирования сложных технических объектов, систем комплексной автоматизации проведения экспериментальных исследований, систем автоматизации логических построений в дедуктивных теориях и систем научно-технической информации. Первые результаты уже позволяют надеяться, что наука и техника успешно справятся с информационным затором и обеспечат еще более высокие темпы прогресса без резкого увеличения относительной доли числа научных и инженерно-конструкторских кадров.

Уже эти два важнейших примера показывают, что автоматизация умственного труда сегодня не только теоретически возможная и практически выгодная, но и жизненно необходимая задача. А ведь мы не рассматривали таких не менее важных и значительных задач, как полная автоматизация управления технологическими процессами или автоматизация систем обороны. Вторая техническая революция, связанная с начавшейся широкой автоматизацией умственного труда, еще в большей степени, чем когда-либо, выявляет преимущества социалистической системы ведения хозяйства над капиталистической. Уже сегодня в США и в других капиталистических странах узкие рамки частного предпринимательства сдерживают возможности оптимального управления, заложенные в автоматизированных системах. Это обстоятельство не может не иметь глубоких социальных последствий. Оно приведет к окончательной победе социализма и построению общества, в котором автоматизация откроет новые, невиданные перспективы для роста материального и духовного богатства человека.

6 коп.